

Seminar Nasional-1 BMPTTSSI - KoNTekS 5

Aula Fakultas Teknik USU, Medan, 14 Oktober 2011

Volume I : Infrastruktur, Geoteknik, Material, Transportasi

Prosiding

Peningkatan Peran Riset & Pendidikan Teknik Sipil
dalam Penyelenggaraan Infrastruktur
yang Efektif, Efisien dan Berkelanjutan



Diselenggarakan atas kerja sama:



BMPTTSSI

dengan Jurusan/Program Studi Teknik Sipil



UGM



USU



UAJY



UPH



Unud



Trisakti



UII



UMY



Undip



UnSyiah



USM



Untar



UJB



Unika
St. Thomas



UHN

Editor :
Bambang Triatmodjo
Junaedi Utomo
Kevin Kusnanto

Graphic Designer :
Wiko Retnanto

Disponsori oleh:



PT SEMEN GRESIK
(PERSERO) Tbk.



PT PEMBANGUNAN PERUMAHAN
CONSTRUCTION & INVESTMENT

DAFTAR ISI	Hal.
KATA SAMBUTAN SEKRETARIS JENDERAL BMPTTSSI	III
KATA SAMBUTAN KETUA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FT-USU.....	IV
KATA SAMBUTAN KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FT-UAJY.....	V
DAFTAR ISI.....	VII

Manajemen Konstruksi

005	TINJAUAN TERHADAP SISTEM PENJAMINAN KEGAGALAN BANGUNAN PADA PROYEK GEDUNG Zaenal Arifin	MK-1
008	KEGAGALAN BANGUNAN DAN PROFESIONALISME AHLI SIPIL Sugeng Wiyono	MK-9
011	STUDI PENYERTAAN FAKTOR PERHITUNGAN NILAI WAKTU DALAM KONTRAK PROYEK KONSTRUKSI JALAN Dewa Ketut Sudarsana, Hitapriya Soeprayitno	MK-17
037	PENGATURAN KETENAGAKERJAAN DALAM INDUSTRI KONSTRUKSI DITINJAU BERDASARKAN UU NO 13 TAHUN 2003 (Studi Kasus di Kotamadya Medan) M. Ridwan Anas, Irwan Suranta Sembiring	MK-25
056	KAJIAN FAKTOR JENIS, PENYEBAB DAN WAKTU TERJADINYA KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI DI KOTA BANDA ACEH Buraida	MK-31
057	PERCEPATAN PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR PENYEBERANGAN SELAT SUNDA DENGAN PENDEKATAN MANAJEMEN PROYEK Hary Agus Rahardjo	MK-39
079	IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR DOMINAN RISIKO INVESTASI PEMBANGUNAN TOWER TELEKOMUNIKASI Soffie Syarifita Dewi dan Bambang E. Yuwono	MK-45
154	PREDIKSI PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA KONSTRUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN <i>FUZZY LOGIC</i> Elizar	MK-53
159	STUDI PENGARUH PERBEDAAN HARGA PENAWARAN DAN HARGA PERKIRAAN SENDIRI (HPS) TERHADAP KINERJA PENYELESAIAN PROYEK-PROYEK PEMERINTAH Anton Soekiman and Elly El Rahmah	MK-59
171	USING FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (FAHP) AND TOPSIS METHODS TO DETERMINE REGENCIAL ROAD HANDLING PRIORITY Dewa Made Priyantha Wedagama	MK-67
180	HUBUNGAN ANTARA KINERJA , INTENSITAS DAN BENTUK RANTAI PASOK PADA PROYEK BANGUNAN BERTINGKAT DI JAKARTA Dian Mustika dan Jane Sekarsari	MK-75

251	DESKRIPSI DAN CAUSAL STRUCTURE PERISTIWA KECELAKAAN DI PROYEK KONSTRUKSI Akhmad Suraji	MK-201
Keairan		
009	NORMALISASI TAMPANG KALI CODE PASCA ERUPSI MERAPI 2010 Bambang Sulistiono	H-1
019	MENGEKSPRESIKAN HUBUNGAN HARMONI ANTARA UMUR LAYANAN DAN RISIKO DALAM INFRASTRUKTUR BANGUNAN AIR Soedarwoto Hadhiswoyo	H-7
022	ANALISA KAPASITAS TAMPUNGAN DAN SOLUSI PENGENDALIAN BANJIR KRUENG TRUMON KABUPATEN ACEH SELATAN-PROVINSI ACEH Azmeri	H-13
042	PENGGUNAAN PERSAMAAN PENDEKATAN UNTUK PANJANG GELOMBANG PANTAI Nizar Acmad	H-21
046	PENANGANAN LIMBAH LAUNDRY DENGAN TANGKI SEPTIK <i>FILTER UP FLOW</i> BER MEDIA PECAHAN BATU BATA Sardi	H-29
052	ANALISIS INTENSITAS HUJAN DI STASIUN KALIBAWANG KABUPATEN KULONPROGO Titiek Widyasari	H-37
065	KOTA YANG BERKELANJUTAN DILIHAT DARI ASPEK KEBUTUHAN RUANG TERBUKA HIJAU Siti Sujatini	H-45
066	STUDY ON EFFECT OF SEDIMENT SUPPLY CONDITIONS ON POROSITY AND GRAIN SIZE CHANGES OF RIVER BED Jazaul Ikhsan	H-51
073	STUDI PENGENDALIAN BANJIR KOTA TEMBILAHAN KABUPATEN INDRAGIRI HILIR Tania Edna Bhakty dan Nur Yuwono	H-59
082	KAJIAN ANALISIS HIDROLOGI UNTUK PERKIRAAN DEBIT BANJIR (STUDI KASUS KOTA SOLO) Ag. Padma Laksitaningtyas	H-67
108	POTENSI DAN MITIGASI BANJIR KOTA MEDAN Makmur Ginting	H-75
110	KAJIAN HITUNGAN DEBIT ALIRAN MELALUI PIPA BERPORI SUMUR KOLEKTOR BERJARI DENGAN BEBERAPA METODE Edy Sriyono	H-83
115	SISTEM JEBAKAN AIR BERANTAI SEBAGAI PENDEKATAN TERPADU MENGATASI BANJIR DAN KEKERINGAN Susilawati	H-91
116	HUTAN MANGROVE DAN TAMPUNGAN MEMANJANG SISIK IKAN SEBAGAI PENDEKATAN TERPADU DALAM PENGAMANAN PANTAI SECARA BERKELANJUTAN (STUDI KASUS DI DATARAN PERSAWAHAN MBAY KANAN) Sebastianus Baki Henong	H-99

120	MENGUKUR VARIASI DEBIT MENGGUNAKAN PRISIP-PRINSIP ENTROPY DALAM REZIM STABILAS ALIRAN Budi Santosa, Suharyanto dan Djoko Legono	H-105
123	STABILITAS STRUKTUR PELINDUNG PANTAI AKIBAT PEMANASAN GLOBAL Sinatra dan Olga Pattipawaej	H-113
129	KARAKTERISTIKA SEDIMENTASI PADA DAS LUSI Iskahar, Djoko Legono dan Suripin	H-119
166	PEMANFAATAN PINTU PENGENDALI MUKA AIR DI JARINGAN SUB KUARTER DAERAH RAWA TERENTANG HULU KALIMANTAN BARAT Henny Herawati	H-127
187	PENGENDALIAN GENANGAN DI KAWASAN MONAS DENGAN SISTEM DRAINASE TERINTEGRASI Bambang Yulistiyanto dan Bambang Agus Kironoto	H-135
188	KARAKTERISTIK LONCAT HIDRAULIS BEROMBAK DI HILIR PINTU SORONG Komang Arya Utama, Bambang Yulistiyanto dan Budi S. Wignyosukarto	H-143
198	KONSENTRASI SEDIMEN SUSPENSI RATA-RATA PADA ALIRAN SERAGAM SALURAN TERBUKA BERDASARKAN PENGUKURAN 1, 2, DAN 3 TITIK Bambang Agus Kironoto dan Bambang Yulistiyanto	H-151
203	TINGKAT KERENTANAN ZONA PANTAI TERHADAP GELOMBANG BADAI Zouhrawaty A. Ariff, Eldina Fatimah, dan Syamsidik	H-159
206	TEKNIK DRAINASE PRO-AIR PRO-WATER DRAINAGE ENGINEERING Sunjoto	H-167
105	METODOLOGI PENENTUAN PARAMETER TEKNIS GEOTEXTILE TUBE (GEOTUBE) SEBAGAI STRUKTUR PELINDUNG PANTAI Chairul Paotonan, Bambang Triatmodjo, dan Nur Yuwono	H-175
076	ANALISIS KAPASITAS PELAYANAN TERMINAL PETI KEMAS SEMARANG Bambang Triatmodjo	H-183
174	EFFECTIVENESS OF DOMESTIC WATER SUPPLY SYSTEM BY PDAM NORTH TORAJA IN RANTEPAO SUB-DISTRICT Alfianto Toban Paembonan and Anastasia Yunika	H-191
248	STUDI MODEL DISIPASI DAN RUN-UP/RUN-DOWN GELOMBANG PADA REVETMENT BERTIRAI Muhammad Arsyad, A. Ildha Dwipuspita	H-199
054	PERANCANGAN ALAT UKUR SEDIMEN SUSPENSI SUNGAI UNTUK MENUNJANG KESINAMBUNGAN FUNGSI WADUK Yusron Saadi, Supriono dan Hartana	H-207
078	LABYRINTH WEIR SEBAGAI MERCU PELIMPAH UNTUK ANTISIPASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DALAM KEAMANAN DAN FUNGSI WADUK Mamok Suprpto	H-215
114	EVALUASI SISTEM DRAINASE KOTA KUPANG Yunita A. Messah ¹ , John H. Frans, Yeryanti Hidelilo	H-221
207	PENGARUH HUJAN EKSTRIM DAN KONDISI DAS TERHADAP ALIRAN Joko Sujono	H-229

PERANCANGAN ALAT UKUR SEDIMEN SUSPENSİ SUNGAI UNTUK MENUNJANG KESINAMBUNGAN FUNGSI WADUK

Yusron Saadi¹, Supriono² dan Hartana³

¹*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl. Majapahit 62, Mataram NTB
Email: yoessaadi@yahoo.co.uk*

²*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl. Majapahit 62, Mataram NTB
Email: supriono@yahoo.com*

³*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl. Majapahit 62, Mataram NTB
Email: hartana_manggung@yahoo.com*

ABSTRAK

Laju angkutan sedimen sungai yang bermuara ke waduk akan berpengaruh terhadap kesinambungan fungsi waduk. Semakin tinggi laju angkutan sedimen maka umur guna waduk semakin berkurang sehingga merugikan investasi besar yang telah dikeluarkan untuk pembangunannya. Untuk itu perlu dilakukan usaha yang dapat menjamin dan meningkatkan keberlangsungan fungsi waduk, misalnya melakukan pengukuran secara berkala terhadap laju angkutan sedimen suspensi sungai sebagai penyumbang terbesar dalam sedimentasi waduk. Metode pengukuran kandungan sedimen suspensi sungai yang lazim dilakukan hingga saat ini adalah pengambilan sampel sedimen suspensi berdasarkan integrasi kedalaman, sehingga tidak semua titik kedalaman diketahui kandungan sedimen suspensinya. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat diperlukan cara yang dapat mengukur kandungan sedimen suspensi pada seluruh titik kedalaman mulai dari dasar hingga permukaan air. Dalam penelitian ini yang dikembangkan adalah metode intensitas cahaya, yaitu melewatkan cahaya secara vertikal dari permukaan air ke dasar dimana alat LDR (*light difference resistance*) diletakkan. Sinyal dari LDR dialirkan melalui *interface* yang memungkinkan komputer membaca dan mendapatkan tegangan sesuai dengan posisi LDR didalam air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan daya lampu sebesar 50 watt untuk berbagai kondisi kekeruhan bejana ukur, LDR memberikan hasil berupa pembacaan tegangan yang relatif konsisten untuk Kondisi A, yaitu air tanpa kandungan sedimen. LDR masih berfungsi dengan baik pada bejana ukur dengan kandungan sedimen sebesar 2 kg (Kondisi C). Hal ini ditandai oleh adanya penurunan tegangan bila dibandingkan dengan pengukuran pada Kondisi A ataupun pada kondisi dengan kandungan sedimen lebih rendah, yaitu 1 kg (Kondisi B). Ini menunjukkan adanya pengaruh sedimen yang tersuspensi antara lampu diatas permukaan air dengan LDR yang berada didasar bejana ukur. Inkonsistensi perubahan tegangan terjadi pada pengukuran dengan kandungan sedimen yang lebih tinggi, yaitu 3 kg (Kondisi D). Diduga kuat bahwa daya lampu yang tersedia tidak mampu melewati tingkat kekeruhan air yang tinggi dan mengurangi kemampuan LDR untuk mengalirkan sinyal melalui *interface* sehingga pembacaan tegangan terganggu.

Kata kunci : Sedimentasi waduk, Light Difference Resistance (LDR), perubahan tegangan

1. PENDAHULUAN

Sungai sebagai salah satu dari Sumber Daya Air (SDA) telah terbukti memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan peradaban umat manusia. Peradaban-peradaban besar umumnya dimulai dari bangsa-bangsa yang berdiam dilahan-lahan subur yang terdapat dilembah-lembah sungai. Seiring dengan perkembangan jumlah penduduk, sungai dan sumber-sumber air lainnya mengalami eksploitasi yang berlebihan sehingga terjadi degradasi fungsi. Menyadari hal ini usaha-usaha konservasi, yaitu upaya memelihara keberadaan, serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi SDA agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai semakin menjadi perhatian pemerintah. Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomer 35 tahun 1991 tentang Sungai bab III pasal 7 ayat 2 disebutkan bahwa “sungai harus dilindungi dan dijaga kelestariannya, ditingkatkan fungsi dan kemanfaatannya, dan dikendalikan daya rusaknya terhadap lingkungan” (Anonim, 1991). Daya rusak air sebagaimana disebutkan dalam pasal 51 ayat 1 UU nomer 7 tahun 2004 tentang SDA tidak hanya banjir tapi antara lain juga berupa erosi dan sedimentasi (Anonim, 2004). Terjadinya erosi dan sedimentasi yang berlebihan tidak hanya menyebabkan penggerusan atau pendangkalan sungai yang mengakibatkan terjadinya banjir tapi juga berpengaruh buruk terhadap kelangsungan fungsi waduk yang berada dibagian hilirnya.

Sebagai negara agraris, pemerintah telah membangun berbagai fasilitas-fasilitas pengairan berupa waduk-waduk yang sangat memegang peranan penting dalam menjaga ketahanan pangan nasional. Waduk-waduk tersebut mempunyai manfaat yang sangat besar dan peranan yang strategis bagi kesejahteraan masyarakat, yaitu sebagai penyedia air irigasi (pariboga), pengendalian banjir (paritirta), pembangkit listrik dan perikanan. Dalam upaya

menjamin keberlangsungan fungsi dan nilai manfaat waduk, informasi mengenai sedimentasi waduk sangat diperlukan, sehingga dapat diambil langkah-langkah yang harus dilakukan dalam optimalisasi waduk agar dapat berfungsi sesuai dengan perencanaan dan peruntukannya.

Sungai yang bermuara diwaduk merupakan penyumbang utama sedimentasi waduk. Hal ini terjadi karena hasil erosi permukaan di daerah tangkapan waduk akan mengalir kesungai-sungai dan terbawa oleh aliran air menuju waduk. Hasil erupsi gunung berapi yang tertahan di lereng-lereng akan terbawa kesungai bila intensitas hujan yang terjadi cukup besar. Laju angkutan sedimen akan bertambah dan mempercepat terjadinya pendangkalan waduk. Untuk itu perlu dilakukan pengamatan terhadap laju angkutan sedimen sungai secara periodik dengan interval waktu tertentu agar setiap perubahan yang terjadi dapat segera diketahui. Suatu sungai dapat memiliki laju angkutan sedimen yang beragam di setiap ruasnya karena tingkat erosi lahan yang berbeda-beda di daerah tangkapannya. Dalam kaitan ini pemetaan tingkat erosi lahan yang memuat informasi tentang indeks dan kelas bahaya erosi dalam suatu daerah aliran sungai (DAS) akan sangat berguna dalam menentukan lokasi penanganan yang perlu mendapat prioritas (Saadi et al, 2010).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Angkutan Sedimen Sungai dan Sedimentasi Waduk

Laju angkutan sedimen yang tinggi akan berpengaruh terhadap kelangsungan fungsi waduk karena dapat mengurangi umur efektif dan kelangsungan operasional waduk. Deposisi sedimen di waduk tidak hanya berpengaruh terhadap kualitas air tapi mengurangi kapasitas tampungan waduk. Mahmood (1987) dan Sloff (1997) dalam Toniolo et al (2007) menyebutkan bahwa akumulasi sedimen diperkirakan telah mengurangi kapasitas reservoir diseluruh dunia sebesar 1 % pertahun. Penelitian terhadap sedimentasi waduk Mrica di Jawa Tengah oleh Soewarno dan Syariman (2008) menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 15 tahun sejak operasi tampungan efektif waduk Mrica telah berkurang menjadi 62.1 % dari kapasitas aslinya. Dengan laju sedimentasi yang sekarang, diperkirakan bahwa umur efektif waduk akan berkurang 19 tahun. Fenomena ini menunjukkan bahwa laju angkutan sedimen jauh lebih tinggi dari perkiraan awal dimana data lapangan mendukung terjadinya ancaman pendangkalan waduk yang sangat serius.

Saadi (1993) mengamati laju angkutan sedimen sungai-sungai utama yang mengalir ke waduk Batujai dan pengaruhnya terhadap laju pendangkalan waduk. Dengan nilai efisiensi tangkapan (*trap efficiency*) waduk Batujai sebesar 94% menyebabkan pengurangan umur rencana waduk dari 50 tahun menjadi 45 tahun. Kesimpulan ini diperoleh berdasarkan hasil pengamatan terhadap lengkung aliran sedimen sungai-sungai yang masuk ke waduk Batujai. Pengurangan umur sebesar 5 tahun menunjukkan bahwa diperlukan penanganan sedimentasi pada sungai yang merupakan kontributor utama sedimentasi waduk, sehingga diharapkan umur guna waduk yang direncanakan dapat dicapai. Sedimentasi juga menyebabkan elevasi dasar waduk naik, sehingga kapasitas tampungan waduk berkurang.

Studi lanjutan oleh Saadi (2007) menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan laju angkutan sedimen pada sungai-sungai utama yang mengalir ke waduk Batujai. Ini ditunjukkan oleh perkiraan volume sedimen yang sudah terendap sampai dengan tahun 2007 atau 25 tahun umur operasi waduk, yaitu sebesar 3,95 juta m³. Volume sedimen selama umur operasi waduk dihitung berdasarkan berat jenis rata-rata sedimen yang terendap selama tahun operasi. Berdasarkan angka ini maka diperkirakan bahwa umur rencana waduk Batujai mengalami pengurangan sebesar 30%. Indikatornya adalah perubahan lengkung aliran-sedimen sungai yang semakin ekstrim. Perubahan lengkung aliran-sedimen ini tidak terlepas dari terjadinya degradasi DAS dan perubahan tataguna lahan (*land use*) yang sangat cepat di daerah tangkapan sungai. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses sedimentasi terus berlangsung bahkan lebih cepat dari perhitungan sebelumnya sehingga mengakibatkan pengurangan umur guna waduk yang semakin signifikan seperti yang dialami oleh waduk Mrica.

Untuk mendapatkan persamaan lengkung-aliran sedimen sungai yang lebih akurat, perlu dilakukan pengukuran dengan metode yang lebih representatif. Saat ini metode yang lazim dipakai untuk mengetahui laju angkutan sedimen sungai adalah dengan metode konvensional, yaitu berupa penjajakan air dan pengukuran sedimen suspensi dengan cara integrasi kedalaman (Anonim, 1994). Walaupun cara ini telah diterima secara luas termasuk menjadi standar nasional (SNI 03-3414-1994) namun masih memiliki keterbatasan berupa hasil pengamatan yang kurang representatif karena pengukuran tidak bisa mewakili semua titik kedalaman air. Untuk mengatasi kelemahan cara ini, Saadi et al (2009) merancang alat pengukuran dengan menggunakan metode intensitas cahaya. Kelebihan metode ini adalah dapat mengukur kandungan sedimen suspensi pada seluruh kedalaman air sehingga hasil pengukuran dapat menjadi lebih akurat.

Metode Intensitas Cahaya

Penelitian yang berkaitan dengan pengaruh intensitas cahaya sudah banyak dilakukan. Salah satunya adalah oleh Tamazouzt (2000) yang meneliti pengaruh intensitas cahaya terhadap perkembangan *perch larvae* (Perca fluviatilis L.) menggunakan lampu halogen dengan intensitas cahaya yang berbeda, yaitu 250 lx, 400 lx dan 800 lx. Selain

intensitas cahaya, warna dinding tangki juga divariasikan dengan warna hitam, abu-abu gelap, abu-abu terang serta putih. Pengaturan intensitas cahaya dilakukan dengan mengatur jarak antara lampu halogen dengan permukaan air. Selain mengetahui intensitas cahaya dan warna dinding tangki yang dibutuhkan untuk perkembangan *perch larvae* yang paling baik, penelitian ini menunjukkan bahwa cahaya lampu halogen dapat menembus air sampai ke dasar tangki.

Intensitas cahaya yang lebih tinggi, menurut Masjudin (2008) dihasilkan oleh lampu yang menggunakan susunan LED Super Bright secara paralel yang menghasilkan intensitas cahaya sebesar 2,4 lx pada daya 2,1 W. Lampu Philips Genie menghasilkan intensitas cahaya sebesar 1,9 lx pada daya 5 W. Jika dilihat dengan kasat mata pada siang hari seolah-olah lampu Philips Genie lebih terang (intensitas cahaya lebih tinggi) tetapi jika diukur dengan luxmeter, intensitas cahaya dari susunan LED Super Bright lebih tinggi. Alat ukur intensitas cahaya (luxmeter) memiliki keterbatasan yaitu hanya dapat dipergunakan pada tempat yang kering atau bebas dari air.

Penelitian lain oleh Supriono (2008) mengukur perbedaan intensitas cahaya lampu TL yang dinyalakan secara *switching* dengan lampu TL yang dinyalakan menggunakan trafo ballast elektromagnetik. Ditemukan bahwa intensitas cahaya kedua lampu TL tidak dapat dibedakan dengan kasat mata tetapi dapat dibedakan dengan menggunakan LDR. Perbedaan intensitas cahaya ditandai dengan perubahan nilai resistansi dari LDR. Semakin tinggi intensitas cahaya yang mengenai LDR maka nilai resistansinya semakin mengecil. Sensor cahaya ini disusun membentuk jembatan Wheatstone karena lebih mudah mengolah dan mengukur tegangan daripada mengukur dan mengolah resistansi. Dalam hal ini jembatan Wheatstone berfungsi mengubah resistansi dari LDR menjadi tegangan. Pengukuran dengan menggunakan tegangan memiliki keunggulan yaitu mudah diukur, diolah dan jika terkena *noise* lebih mudah untuk dihilangkan. Pengukuran resistansi memiliki kelemahan yaitu sulit diolah akibat adanya pengaruh kabel resistansi yang dipergunakan dan sifat korosif sambungan terminal terutama karena dipergunakan dalam air. Hal ini mengakibatkan hasil pengukuran tidak akurat karena bertambahnya nilai resistansi dari LDR sampai ke komputer sebagai alat pencatat data. Hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa penyalan lampu TL dengan *switching* menghasilkan intensitas cahaya yang lebih tinggi dengan nilai resistansi LDR 2000 Ω , sedangkan penyalan lampu TL dengan trafo *balast* elektromagnetik menghasilkan nilai resistansi LDR sebesar 2200 Ω (Supriono, 2008).

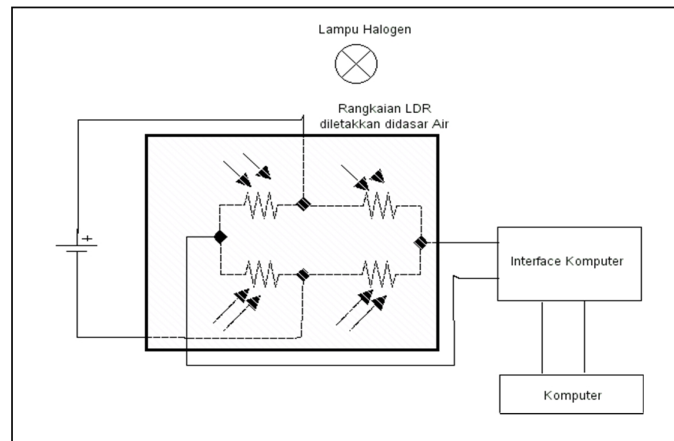
3. METODOLOGI

Perancangan Alat

Alat ukur intensitas cahaya dirancang agar mampu bekerja dalam air sehingga dapat dipergunakan untuk mengukur kandungan sedimen yang terlarut dari permukaan air hingga dasar sungai. Hal ini dilakukan dengan mengkonversikan intensitas cahaya yang tercatat pada LDR yang ditempatkan didasar sungai menjadi kandungan sedimen. Lampu yang dipergunakan untuk memberikan cahaya pada rangkaian LDR adalah lampu halogen karena memiliki daya tembus yang tinggi sehingga cahaya yang dihasilkan akan sampai kedasar sungai. Intensitas cahaya lampu halogen pada dasar sungai disensor dengan menggunakan LDR.

Lampu jenis halogen yang diletakkan pada permukaan air dipergunakan untuk menyinari rangkaian LDR yang diletakkan pada dasar tangki air (bak ukur kalibrasi). LDR yang dipergunakan untuk mengukur intensitas cahaya pada dasar tangki air disusun membentuk jembatan Wheatstone. *Interface* diperlukan sebagai penghubung LDR dengan komputer dan sebagai kalibrasi tegangan dari rangkaian LDR ke komputer karena tegangan keluaran jembatan Wheatstone tidak dapat diolah secara langsung. Fungsi lain dari *interface* adalah sebagai kalibrasi nol sebelum alat dipergunakan. Penggunaan komputer disamping sebagai alat pencatat data runtun waktu (*time series*) juga sebagai alat perekam dan pengolah data pengukuran kandungan sedimen. Hasil pembacaan intensitas cahaya pada LDR dikonversikan pada komputer menjadi pembacaan kandungan sedimen suspensi dalam air yang dinyatakan dalam satuan gr/ltr.

Karena rangkaian LDR dimasukkan ke dalam air maka kebocoran pada media kaca LDR harus dihindari dengan membuat media kaca kedap air. Persyaratan lainnya adalah cahaya yang mengenai rangkaian LDR tidak boleh terbias terlalu jauh sehingga tidak fokus mengenai LDR. Apabila cahaya terbias terlalu jauh akan mempengaruhi hasil pengukuran intensitas cahaya. Untuk menghindari hal ini peralatan dirancang dan dibuat agar cahaya selalu tegak lurus terhadap LDR. Gambar 1 memperlihatkan konsep rancangan alat pengukur sedimen dengan menggunakan intensitas cahaya.



Gambar 1. Konsep rancangan alat ukur kandungan sedimen suspensi

Kalibrasi Alat.

Untuk mengkonversi tegangan dari rangkaian LDR menjadi kandungan sedimen suspensi dilakukan kalibrasi yang dilakukan di laboratorium. Prosedur yang ditempuh adalah memasukkan air jernih ke dalam bak ukur berbentuk silinder berukuran diameter 0,5 m dan tinggi 90 cm. Kedalaman air yang digunakan adalah 80 cm, sehingga diperoleh volume air sebesar 0,157 m³ (157 liter). LDR dimasukkan ke dalam bak ukur dan lampu halogen yang berada pada ketinggian 10 cm dari permukaan air dinyalakan pada posisi tegak lurus dengan LDR. Pengukuran dilakukan dari dasar bak ukur ke permukaan air setiap interval 10 cm diikuti oleh pembacaan tegangan. Prosedur yang sama dilakukan setelah air jernih dicampur dengan tanah jenis lanau dengan berbagai komposisi. Untuk mendapatkan kondisi tersuspensi, sedimen yang telah dimasukkan kedalam air diaduk secara manual dengan menggunakan sebatang kayu selama waktu tertentu. Pengukuran tegangan untuk setiap variasi kandungan sedimen suspensi dilakukan pada semua kedalaman sebanyak 5 kali.

Agar intensitas cahaya yang diterima LDR hanya berasal dari lampu halogen, maka selama pelaksanaan kalibrasi alat ukur, permukaan bak ukur perlu ditutup dengan bahan yang dapat menghalangi masuknya cahaya selain dari lampu halogen. Dalam penelitian digunakan kain hitam yang tebal. Selain itu agar cahaya yang dihasilkan oleh lampu halogen intensitasnya tetap (tidak terpengaruh oleh naik turunnya tegangan listrik), diperlukan *regulator* tegangan khusus untuk mensuplai lampu halogen.

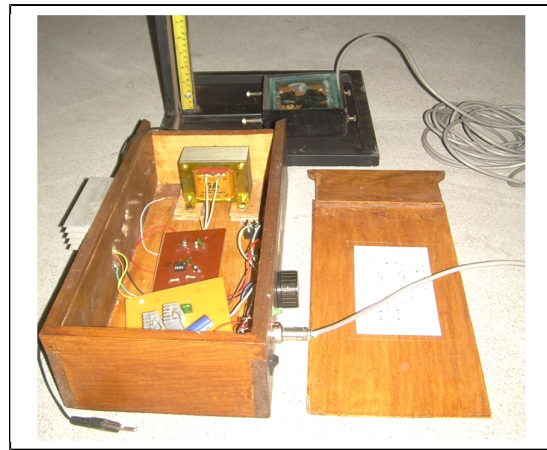
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan

Alat hasil rancangan yang telah selesai dibuat (lihat Gambar 2 dan Gambar 3) diuji terlebih dahulu. Langkah pertama yang dilakukan adalah uji coba interface LDR ke komputer untuk memastikan bahwa *sound card* komputer dapat membaca sinyal dari LDR. Uji coba selanjutnya yaitu aplikasi alat pada kedalaman air rendah. Pada awalnya terdapat indikasi bahwa alat bekerja seperti yang diharapkan. Hasil pengukuran di komputer menunjukkan perubahan sesuai dengan perubahan kedalaman, yaitu besaran tegangan berkorelasi langsung dengan kedalaman penempatan LDR, yaitu tegangan mengecil seiring dengan posisi LDR terhadap permukaan air yang semakin jauh. Inkonsistensi tegangan yang tercatat di komputer terjadi ketika pengukuran sudah berlangsung relatif lama, yaitu setelah berlangsung lebih dari 30 menit. Setelah diselidiki ternyata terjadi kebocoran pada *casing* LDR sehingga alat tidak bekerja dengan baik. Air yang masuk menyebabkan terjadinya arus pendek (*short circuit*). Kebocoran sangat kecil tetapi akibat tekanan hidrostatis meningkat sesuai dengan penambahan kedalaman dimana LDR ditempatkan, maka intrusi air kedalam *casing* LDR semakin bertambah dan menggenangi kabel dan komponen LDR terutama setelah waktu pengujian berlangsung relatif lama. Untuk mengatasi kebocoran ini dilakukan upaya-upaya berupa perbaikan sistem perekat *casing* dan merubah posisi kabel yang menghubungkan LDR dengan *interface* ke bagian atas sehingga proses bongkar pasang LDR tidak menimbulkan pergeseran yang dapat menimbulkan celah atau lubang disekitar kabel penghubung.



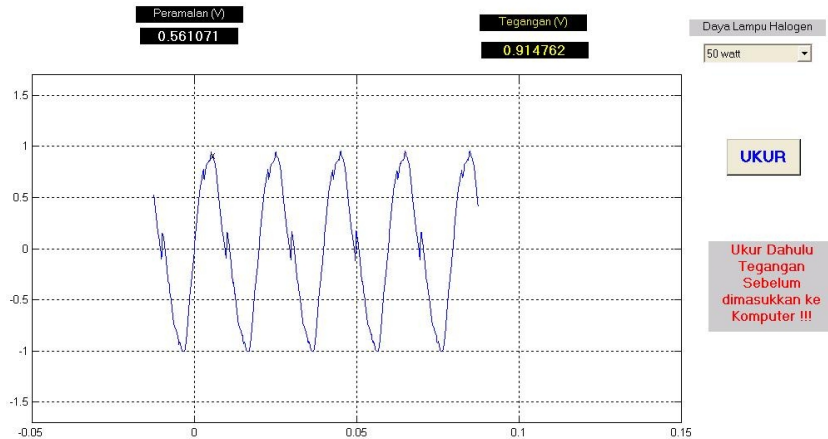
Gambar 2. Rangkaian LDR yang diletakkan di dasar alat ukur



Gambar 3. Rangkaian interface dari LDR ke komputer

Kinerja Alat

Untuk mengetahui kinerja alat dilakukan pengukuran sedimen suspensi pada berbagai kondisi, yaitu pada air jernih tanpa kandungan sedimen (Kondisi A) dan pada air yang mengandung sedimen dengan tingkat kekeruhan yang berbeda, yaitu Kondisi B mengandung 1 kg sedimen, Kondisi C mengandung 2 kg sedimen dan Kondisi D mengandung 3 kg sedimen. Perbedaan komposisi ini menghasilkan kandungan sedimen terhadap air masing-masing tegangan menggunakan daya lampu halogen 50 watt pada bak ukur yang dilakukan di Laboratorium Hidrolika dan Pantai Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram. Hasil pengukuran selengkapnya untuk berbagai kedalaman pada setiap kondisi yang ditinjau dapat dilihat pada Tabel 1.



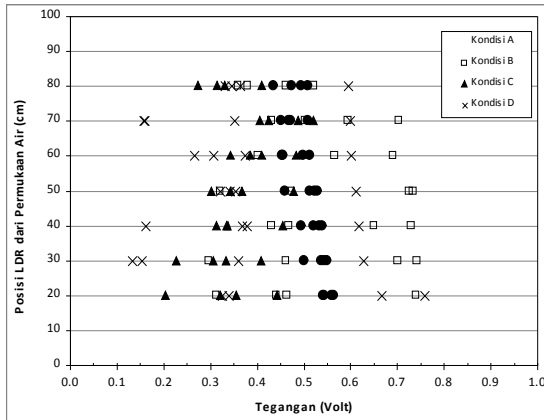
Gambar 4. Contoh tampilan hasil pengukuran tegangan

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan pada berbagai tingkat kekeruhan air

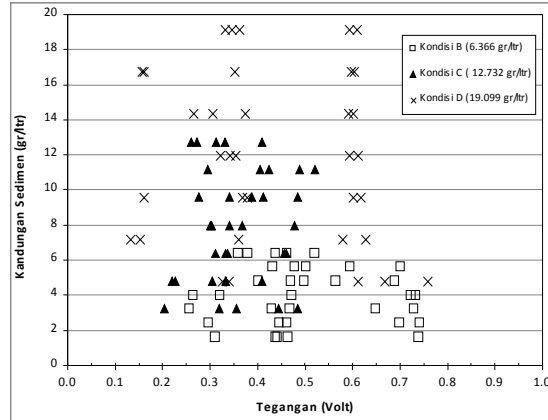
Kedalaman Air (cm)	Tegangan Rata-rata (Volt)			
	Kondisi A (tanpa sedimen)	Kondisi B (1 kg sedimen)	Kondisi C (2 kg sedimen)	Kondisi D (3 kg sedimen)
20	0.5971	0.4795	0.3625	0.5404
30	0.5794	0.5297	0.3000	0.3705
40	0.5314	0.5072	0.3806	0.4252
50	0.5567	0.5043	0.3589	0.4449
60	0.4886	0.5257	0.3808	0.4280
70	0.4850	0.5426	0.4280	0.3742
80	0.4838	0.4325	0.3186	0.4485

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa untuk kondisi air jernih tanpa kandungan sedimen suspensi (Kondisi A) secara umum hasil pengukuran tegangan menunjukkan bahwa dengan posisi LDR semakin jauh dari permukaan air, maka

tegangan yang dihasilkan oleh LDR semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh dari permukaan air, intensitas cahaya dari lampu halogen semakin berkurang dan mengakibatkan tegangan pada LDR juga berkurang (lihat Gambar 5). Untuk Kondisi B, hasil pengukuran yang diperoleh menunjukkan bahwa secara umum tegangan yang ada lebih kecil daripada tegangan yang diperoleh pada kondisi air jernih kecuali pada kedalaman 60 cm dan 70 cm dari permukaan air yang menunjukkan sebaliknya. Tingkat penurunan tegangan berbeda untuk setiap kedalaman, yaitu mulai dari penurunan 2 % pada kedalaman 40 cm dari permukaan air hingga penurunan sebesar 12 % pada kedalaman 20 cm dari permukaan air. Hal ini berarti bahwa terdapat pengaruh dari partikel lumpur yang terkandung didalam air terhadap intensitas cahaya. Secara keseluruhan penurunan rata-rata tegangan adalah sebesar 3 % untuk pengukuran pada semua kedalaman.



Gambar 5. Pembacaan tegangan untuk setiap kedalaman pada berbagai kondisi

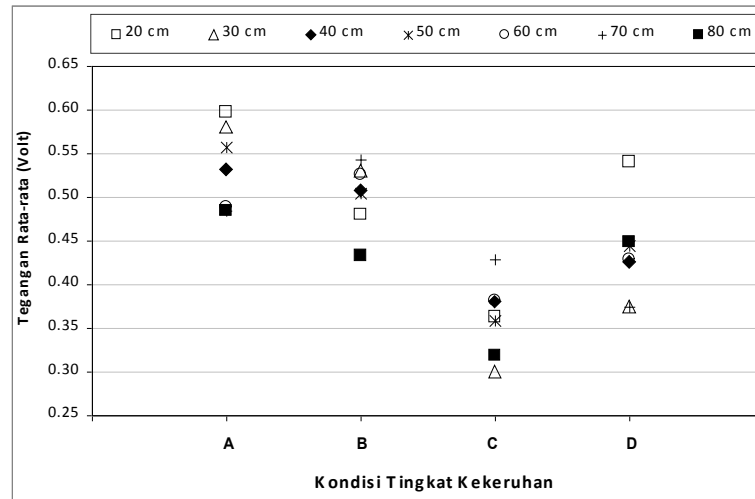


Gambar 6. Hubungan antara tegangan dan kandungan sedimen untuk berbagai kondisi

Seperti halnya yang terjadi pada Kondisi B, penurunan tegangan juga diperoleh pada pengukuran untuk Kondisi C. Penurunan nilai rata-rata dari tegangan yang diperoleh pada pengukuran ini lebih besar dengan persentase penurunan yang berkisar antara 11 % pada kedalaman 70 cm dan 80 cm hingga penurunan sebesar 23 % pada kedalaman 30 cm dari permukaan air. Secara keseluruhan, persentase penurunan rata-rata untuk semua kedalaman adalah sebesar 14 %. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaruh dari penambahan partikel sedimen yang terkandung didalam air terhadap intensitas cahaya semakin tampak dengan jelas (lihat Gambar 5 dan Gambar 6).

Pada kondisi B dimana kandungan sedimen suspensi sebesar 6.369 gr/ltr kemampuan alat untuk membaca tegangan berkurang menjadi 99%. Walaupun *trend* pembacaan tidak sebaik pada Kondisi A, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan alat masih baik. Untuk kandungan sedimen Kondisi C, kemampuan alat untuk membaca tegangan menurun menjadi 72 %. Inkonsistensi mulai terlihat ketika kandungan lumpur ditingkatkan menjadi 19,108 gr/ltr (Kondisi D). Pada kondisi ini hasil yang berbeda diperoleh dari pengukuran. Walaupun untuk beberapa kedalaman terjadi penurunan tegangan, namun nilai rata-rata pembacaan tegangan yang lebih besar dari Kondisi C menunjukkan bahwa kinerja alat tidak berjalan dengan baik. Observasi terhadap setiap kedalaman menunjukkan bahwa hanya pengukuran pada kedalaman 70 cm dari permukaan air yang masih menunjukkan adanya penurunan tegangan, yaitu menjadi 0,3742 Volt atau sebesar 5 % bila dibandingkan dengan Kondisi C, sedangkan pada kedalaman lainnya terjadi hal yang sebaliknya, yaitu kenaikan yang bervariasi antara 4 % (0,4252 Volt) hingga 18 % atau 0,5404 Volt (lihat Tabel 1 dan Gambar 7).

Hasil temuan tersebut diatas menimbulkan dugaan bahwa kemampuan alat untuk menghasilkan intensitas cahaya dengan semestinya tidak tercapai atau kadar lumpurnya sedemikian tinggi sehingga menghalangi alat beroperasi dengan baik dan wajar. Namun mengingat bahwa tiga kondisi pertama, yaitu air tanpa sedimen (Kondisi A), air dengan kandungan sedimen sebesar 6,369 gr/ltr (kondisi B) dan 12,739 gr/ltr (Kondisi C) menunjukkan *trend* adanya penurunan tegangan seperti terlihat Gambar 7, maka dugaan pertama menjadi tidak beralasan sehingga besar kemungkinan bahwa faktor penyebab terjadinya inkonsistensi adalah kandungan lumpur yang terlalu tinggi, yaitu sebesar 19,108 gr/ltr. Semakin besar kandungan sedimen dalam air akan menyebabkan potensi konsentrasi sedimen yang tersuspensi antara LDR dan lampu halogen semakin besar.



Gambar 7. Perubahan tegangan pada berbagai kondisi konsentrasi sedimen suspensi untuk setiap kedalaman yang ditinjau

Adanya data hasil pengujian yang tidak sesuai dapat diakibatkan oleh beberapa hal, antara lain :

1. Suspensi sedimen tidak merata dan mengendap di dasar bak ukur dalam waktu yang tidak terlalu lama setelah proses pengadukan dihentikan. Sebagian sedimen mengendap pada permukaan bagian atas kotak kaca media LDR dan menutupi elemen LDR, sehingga mengakibatkan penyimpangan intensitas cahaya yang diterima oleh LDR. Semakin banyak kandungan sedimen yang dimasukkan kedalam air maka semakin sulit untuk mendapatkan kondisi suspensi yang baik.
2. Penambahan tingkat kepekatan air akibat konsentrasi sedimen yang tinggi tidak bisa ditembus oleh lampu halogen dengan daya 50 watt sehingga LDR tidak dapat berfungsi dengan baik. Hal ini bisa dilihat dari hasil pembacaan tegangan untuk kandungan sedimen suspensi sebanyak 3 kg (Kondisi D). Pembacaan tegangan seperti terlihat pada Gambar 5 menunjukkan hasil yang lebih tersebar (*scattered*) bila dibandingkan dengan pembacaan tegangan pada kondisi tanpa sedimen (Kondisi A) dan pada tingkat kepekatan yang lebih rendah, yaitu 1 kg sedimen (Kondisi B) dan 2 kg sedimen (Kondisi C).

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan uraian diatas, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembacaan tegangan oleh alat LDR dengan daya lampu sebesar 50 watt adalah relatif konsisten untuk kondisi air tanpa kandungan sedimen (Kondisi A) dan pada kondisi air dengan kandungan sedimen hingga 2 kg (Kondisi C). Hal ini ditandai oleh adanya *trend* penurunan tegangan rata-rata untuk setiap kedalaman yang ditinjau mulai dari Kondisi A ke Kondisi B dan dari Kondisi B ke Kondisi C, yaitu masing-masing sebesar 3 % dan 14 %. Ini menunjukkan adanya pengaruh sedimen yang tersuspensi antara lampu diatas permukaan air dengan LDR yang berada didasar bak ukur sedimen.
2. Peningkatan kepekatan air pada Kondisi D dengan kandungan sedimen sebesar 3 kg (19,108 gr/ltr) menyebabkan LDR tidak dapat berfungsi dengan baik. Hasil pembacaan tegangan lebih tersebar bila dibandingkan dengan pembacaan tegangan pada Kondisi A, Kondisi B dan Kondisi C. Inkonsistensi ini sebagai akibat dari ketidakmampuan LDR dengan daya lampu sebesar 50 watt untuk menangkap intensitas cahaya yang tersedia sehingga data yang dikirim oleh *interface* ke komputer menjadi tidak beraturan dengan penyimpangan yang cukup besar.
3. Hasil perancangan memberikan indikasi positif tentang kinerja alat. Walaupun alat LDR dengan daya lampu 50 watt dapat bekerja pada kondisi sedimen suspensi dengan tingkat kepekatan rendah, pemilihan daya ini membatasi hasil pengujian. Aplikasi daya lampu dengan intensitas peninaran yang lebih tinggi diyakini akan menghasilkan hasil pengujian yang lebih baik untuk sedimen suspensi dengan tingkat kepekatan lebih besar sehingga alat ukur dengan metode intensitas cahaya (LDR) dapat menjadi alternatif pengukuran sedimen suspensi sungai yang representatif karena mencakup semua kedalaman. Untuk pengukuran pada sungai-sungai yang bermuara di waduk, alternatif ini tidak hanya dapat meningkatkan akurasi pengukuran sehingga pendugaan sedimentasi waduk menjadi lebih baik tapi juga mampu mengidentifikasi sungai dengan laju angkutan sedimen yang tinggi sehingga prioritas penanganan sungai dapat ditentukan.

Rekomendasi

Dari permasalahan yang ditemukan selama proses perancangan dan uji coba alat ukur LDR maka beberapa hal yang perlu mendapat perhatian antara lain sebagai berikut :

1. Titik lemah dari rangkaian alat pengukur adalah pada *casing* LDR. Kebocoran yang dialami beberapa kali menyebabkan terjadinya arus pendek (*short circuit*) sehingga mengacaukan fungsi LDR.
2. Perlu dikembangkan sistem pengadukan yang lebih konsisten, misalnya dengan menggunakan motor yang dipasang didekat dasar bak ukur. Inkonsistensi kecepatan dan lama pengadukan secara manual mengakibatkan adanya kemungkinan sedimen suspensi yang diukur pada masing-masing pengujian yang dilakukan tidak berada pada kondisi yang sama, sehingga pembacaan tegangan menjadi kurang akurat.
3. Daya lampu perlu ditambah agar kemampuan lampu halogen menembus kepekatan air akibat konsentrasi sedimen yang tinggi cukup memadai untuk mengubah nilai resistansi dari LDR yang berada didalam air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini melalui Dana Hibah Penelitian Strategis Nasional Tahun Anggaran 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (1991). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 35 Tahun 1991 Tentang Sungai. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1991 Nomer 44.
- Anonim (1994). Metode Pengambilan Contoh Muatan Sedimen Melayang di Sungai dengan Cara Integrasi Kedalaman Berdasarkan Pembagian Debit, SNI 03-3414-1994. Dewan Standardisasi Nasional, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Anonim (2004). Undang-undang Nomer 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air. Tambahan Lembaran Negara RI Nomer 4377.
- Masjudin. (2008). Perancangan Konfigurasi LED dan Reflektor untuk Penerangan Ruangan. Skripsi S1, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Saadi, Y. (1993). Tinjauan Akumulasi Sedimen yang Terjadi pada Dua Bendungan dalam Suatu Catchment Area (Tinjauan Terhadap Bendungan Batujai dan Pengga). Skripsi S1, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mataram.
- Saadi, Y. (2007). "Persamaan Lengkung Aliran-Sedimen Sungai untuk Pendugaan Sedimentasi Waduk (Studi Kasus terhadap 3 Sungai Waduk Batujai)". *Prosiding Manajemen dan Rekayasa Sumber Daya Air dan Lingkungan, Konferensi Nasional Pengembangan Infrastruktur Berkelanjutan*, Program Magister Teknik Sipil Universitas Udayana, 18 Oktober 2007, Kuta, pp. 56-70.
- Saadi, Y., Supriono dan Hartana. (2009). Pengukuran Sedimen Suspensi Sungai Menggunakan Metode Intensitas Cahaya dalam Upaya Optimalisasi Umur Guna Waduk Batujai, Laporan Akhir Hibah Penelitian Strategis Nasional Tahun Anggaran 2009, Lembaga Penelitian Universitas Mataram.
- Saadi, Y., Saidah, H., dan Irawan, L.D.B. (2010). "Tinjauan Terhadap Indeks dan Kelas Bahaya Erosi pada Sub Daerah Aliran Sungai Tanggek". *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil (Konteks) 4: Peluang dan Tantangan dalam Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana bekerjasama dengan Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan dan Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2-3 Juni 2010, Sanur, pp. 467-476.
- Soewarno dan Syariman, P. (2008). "Sedimentation Control : Part II, Intensive Measures the Inside of the Mrica Reservoir, Central Java", *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 3 (1).
- Supriono. (2008). Memperpanjang Kecerahan Lampu TL (Fluorescent) dengan Menggunakan Metode Penyalan Switching, Laporan Penelitian Research Grant PHK-A2, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Tamazouzt, L. (2000). "Tank Wall Colour Light Level Affect Growth and Survival of Eurisian Perch Larvae (Perca Fluviatilis L)," *Aquaculture*, Elsevier, pp. 85-90.
- Toniolo, H., Parker, G., dan Voller, V. (2007). "Role of Poned Turbidity Currents in Reservoir Trap Efficiency," *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, pp. 579-595.



Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia

Sertifikat

Diberikan kepada

Yusron Saadi

atas peran serta sebagai

Pemakalah

Seminar Nasional - 1 BMPTTSSI - KoNTekS 5

Peningkatan Peran Riset & Pendidikan Teknik Sipil
dalam Penyelenggaraan Infrastruktur yang Efektif, Efisien dan Berkelanjutan

Medan, 14 Oktober 2011



Sekretaris Jenderal BMPTTSSI

Prof. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo, DEA.

Ketua Panitia Pelaksana

Prof. Dr. Ing. Johannes Tarigan

Diselenggarakan atas kerja sama BMPTTSSI dengan Departemen/Jurusan/Program Studi Teknik Sipil:

